

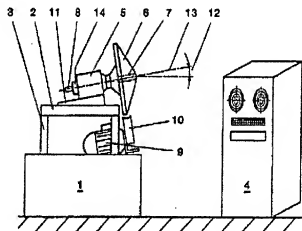
## Procedure to balance rotating symmetrical hollow bodies in a beam engine with two connected measuring levels

Patent number: DE4441954  
Publication date: 1996-05-30  
Inventor: MUELLER ALFRED (CH)  
Applicant: ABB MANAGEMENT AG (CH)  
Classification:  
- international: G01M1/16  
- european: G01M1/04; G01M1/16  
Application number: DE19944441954 19941125  
Priority number(s): DE19944441954 19941125

Report a data error here

### Abstract of DE4441954

The procedure uses a beam engine (1) with two connected measuring levels (3). A hollow body (6) is accommodated loosely on a beam arbor (8), which is fixed and upwards pointing. The rotation of the hollow body is powered by an engine (9) with a belt (10). The balancing is performed while the hollow body rotates.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



16 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

17 Patentschrift  
18 DE 44 41 954 C 2

Int. Cl.<sup>6</sup>  
G 01 M 1/16  
G 01 M 1/04

20 Aktenzeichen: P 44 41 954,6-52  
21 Anmeldetag: 25. 11. 94  
22 Offenlegungstag: 30. 5. 96  
23 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24. 9. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

24 Patentinhaber:

Asea Brown Boveri AG, Baden, Argau, CH

25 Vertreter:

Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761  
Weldshut-Tiengen

26 Erfinder:

Müller, Alfred, Lenzburg, CH

27 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

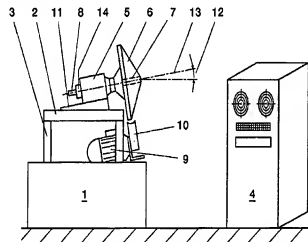
DE 39 24 574 A1  
DE 25 09 280 A1  
US 43 02 975  
US 43 00 387  
EP 01 04 266 A1

Kleinrotoren-Auswuchtmaschinen, Typenreihe  
EB-T  
und EAB-T der Gebr. Hofmann GmbH, Pfungstadt;  
JP 2-259541 A, in: Patents Abstracts of Japan,  
P-1151, Jan. 11, 1991, Vol. 15, No. 15;

28 Vorrichtung zum Auswuchten rotationssymmetrischer Hohlkörper

29 Vorrichtung zum Auswuchten rotationssymmetrischer  
Hohlkörper, bestehend aus

- a) einer Balanciermaschine mit zwei über eine Trageeinrichtung verbundenen Messebenen,
  - b) einer auf der Trageeinrichtung befestigten Aufnahmeeinrichtung für einen mit einem Schaft zur Aufnahme in der Balanciermaschine ausgestatteten Balancierdorn,
  - c) den Balancierdorn mit einem den Hohlkörper in seiner zentralen Bohrung tragenden Aufnahmebereich, wobei der Balancierdorn mit seinem Schaft einseitig in der Aufnahmeeinrichtung festlegbar ist, einen axialen Anschlag zur Positionierung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn aufweist und wobei oberhalb der Längsachse des Balancierdorns, sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte des Aufnahmebereiches, zumindest jeweils ein Paar Mittel zur Führung und Abstützung für den Hohlkörper angeordnet sind, jedes Paar dieser Mittel in einer rechtwinklig zur Längsachse verlaufenden Ebene liegt und die Mittel eines jeden Paares symmetrisch zu einer Ebene durch die Längsachse angeordnet sind,
  - d) einer Auswertereinheit, zur Ermittlung der Unwucht des Hohlkörpers sowie
  - e) einem Antrieb für die Rotationsbewegung des Hohlkörpers,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- f) die Aufnahmeeinrichtung als Spannvorrichtung (5) ausgebildet ist,
  - g) die Längsachse (13) des Balancierdorns (8) in Richtung seines freien, dem axialen Anschlag (16) gegenüberliegenden Endes schräg nach oben angestellt ist,
  - h) der Aufnahmebereich (15) des Balancierdorns (8) oberhalb der Längsachse (13) entsprechend der Bohrungsgeometrie des Hohlkörpers (6) abgeflacht ist, die Paare der Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (6) als Führungs- und Abstützpunkte (20, 21, 20', 21') ausgebildet und auf den seitlichen Kanten (18) der Abflachung (19) angeordnet sind,
  - i) die Ebene, zu der jedes Paar der Führungs- und Abstützpunkte (20, 21, 20', 21') symmetrisch angeordnet ist, die vertikale Ebene durch die Längsachse (13) des Balancierdorns (8) ist und
  - j) der Antrieb am Umfang des Hohlkörpers (6) angreift.



DE 44 41 954 C 2

DE 44 41 954 C 2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Auswuchten rotationssymmetrischer Hohlkörper in einer Balanciermaschine mit zwei miteinander verbundenen Messebenen gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 4, wie aus EP 0 104 266 A1 bekannt.

Es sind Balanciermaschinen mit zwei miteinander verbundenen Messebenen bekannt, auf deren Aufnahmeeinrichtung ein bereits zuvor fest mit dem auszuwuchtenden, rotationssymmetrischen Hohlkörper verbundener Balancierdorn aufgelegt und in Rotation versetzt wird, wobei eine Auswerteeinheit die Unwucht des Hohlkörpers ermittelt. Nach dem Auswuchten und dem häufig noch auf der Maschine erfolgenden Abtragen der Unwucht wird der verwendete Balancierdorn gemeinsam mit dem Hohlkörper aus der Balanciermaschine entfernt und später von diesem getrennt. Um einen nächsten Hohlkörper auf die Balanciermaschine auflegen und auswuchten zu können, muss dieser ebenfalls bereits zuvor mit einem Balancierdorn verbunden werden.

Dieses Verfahren verlangt einigen Arbeitsaufwand beim Verbinden des Hohlkörpers mit sowie beim Trennen von dem jeweiligen Balancierdorn und ist damit relativ teuer. Zusätzlich kann es zur Beschädigung sowohl der Bohrung des Hohlkörpers als auch der Oberfläche des Balancierdorns kommen.

Die bekannten Balancierdorne haben die Aufgabe, den Hohlkörper aufzunehmen, in der Balanciermaschine zu führen, ihn anzutreiben und in seiner Lage gegenüber den Messebenen zu zentrieren. Dabei dürfen sie nur sehr geringe Passungsunterschiede zu den zentralen Bohrungen der Hohlkörper aufweisen, um in diese eingeführt und dort beispielsweise durch Aufpressen befestigt werden zu können. Zur Wahl des passenden Balancierdorns müssen die Bohrungen deshalb zunächst genau ausgemessen werden, was den Verfahrensaufwand weiter erhöht. Aufgrund der erforderlichen hohen Präzision der Passung sind die Balancierdorne relativ teuer in der Anschaffung.

Ausserdem wird das Balancierresultat der Hohlkörper durch den Einsatz solcher Balancierdorne verfälscht. Das geschieht sowohl durch Fugocinflüsse, d. h. Spiel als auch durch Balancierabweichungen infolge von Abnutzung, Beschädigung oder Fehlen in der Rundlaufgenauigkeit des Dorns. Zwar kann man diese negativen Einflüsse des Balancierdorns mittels Unschärfwuchten ausgleichen, aber das bedarf mehrerer Mess- sowie Regelvorgänge und erhöht damit den Zeitaufwand und die Kosten zusätzlich.

Insbesondere bei kleineren Stückzahlen, d. h. bei einem häufig erforderlichen Wechsel der Grösse der zu bearbeitenden Hohlkörper müssen die gesamten Einstellungsparameter der Balanciermaschine entsprechend verändert werden, so dass auch die Arbeiten zum Umrüsten der Maschine einen erheblichen Zeitaufwand verlangen.

Aus der eingangs genannten EP 0 104 266 A1 ist eine Vorrichtung zum Auswuchten rotationssymmetrischer Hohlkörper bekannt. Im Gegensatz zum bisher zitierten Stand der Technik wird bei dieser Lösung der Balancierdorn in der Aufnahmeeinrichtung festgelegt und lediglich der zu balancierende Hohlkörper angetrieben. Dabei erfolgen sowohl der Antrieb als auch die Führung und Abstützung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn flüssig, wobei Öl, Wasser und Luft als geeignete Medien benannt sind. Dazu sind im Balancierdorn mehrere radiale Bohrungen ausgebildet, welche einerseits an dessen Oberfläche münden und an ihrem anderen Ende mit einem Fluidreservoir verbunden sind. Werden Öl oder Wasser eingesetzt, so entstehen Probleme mit deren Abführung aus dem Bereich zwischen Balancierdorn und Hohlkörper. Bei Verwendung von Luft ist

die Federwirkung zwischen Balancierdorn und Hohlkörper zu gering, um die pulsierenden Kräfte des auszuwuchtenden Hohlkörpers gleichmässig abzustützen. Dadurch sitzt der Hohlkörper entweder fest auf dem Balancierdorn auf oder er hat ein zu grosses Spiel. In jedem Fall kann keine exakte Anzeige des Winkelfehlers erfolgen, wodurch das Balanciergebiet verfälscht wird. Zudem ist ein solcher Balancierdorn relativ aufwendig in der Fertigung und damit teuer. Bei Verwendung von Luft zur Abstützung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn verschleisst letzterer verhältnismässig schnell und muss daher häufiger ausgewechselt werden.

Sowohl mit der JP 2-259541 A als auch der DE 39 24 574 A1 sind Lösungen zum Auswuchten eines mit einem eigenen Lagerzapfen versehenen Rotors bekannt. Dabei handelt es sich jedoch um eigentliche Rotoren im Sinne der Auswuchttechnik, bei denen der Rotor gemeinsam mit dem Lagerzapfen ausgewuchtet wird und die entsprechenden Lagerstellen Bestandteil des auszuwuchtenden Rotors sind. Diese Technik ist schon deshalb nicht mit den zum Auswuchten rotationssymmetrischer Hohlkörper bekannten Lösungen vergleichbar, weil letztere einen separaten Balancierdorn erfordern.

Die Erfindung versucht, all diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige Vorrichtung zum Auswuchten rotationssymmetrischer Hohlkörper in einer Balanciermaschine mit zwei miteinander verbundenen Messebenen zu schaffen, mit der die Unwucht solcher Hohlkörper gleicher sowie unterschiedlicher Abmessungen bei relativ geringem Aufwand schneller sowie zuverlässiger ermittelt und Beschädigungen des Hohlkörpers und des Balancierdorns vermieden werden.

Erfindungsgemäss wird dies bei einer Vorrichtung entsprechend Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die in seinem kennzeichnenden Teil angegebenen Merkmale erreicht. Der den Hohlkörper tragende Aufnahmebereich des Balancierdorns ist oberhalb seiner Längsachse entsprechend der Bohrungsgeometrie der Hohlkörper abgestuft. Zudem sind die Paare der Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers als Führungs- und Abstützpunkte ausgebildet und auf den seitlichen Kanten der Abflachung angeordnet, wobei letztere abgerundet ausgebildet sind. Die Ebene, zu der jedes Paar der Führungs- und Abstützpunkte symmetrisch angeordnet ist, ist die vertikale Ebene durch die Längsachse des Balancierdorns. Der Antrieb greift am Umfang des Hohlkörpers an. Ausserdem ist die Aufnahmeeinrichtung für den Balancierdorn als Spannvorrichtung ausgebildet und die Längsachse des Balancierdorns in Richtung seines freien, dem axialen Anschlag gegenüberliegenden Endes schräg nach oben angestellt.

Dadurch liegt die zentrale Bohrung des auszuwuchtenden Hohlkörpers, vergleichbar mit einer Welle in zwei Prismen, in zumindest vier Punkten, den Führungs- und Abstützpunkten, definiert auf dem Aufnahmebereich des Balancierdorns, so dass die Führung und Zentrierung des Hohlkörpers direkt in der Bohrung erfolgt. Demzufolge sind für ein korrektes Balancieren keine engen Passungen erforderlich. Es kann sogar ein für das Aufbringen und Entfernen des Hohlkörpers bequemes Spiel zwischen der Bohrung und dem Aufnahmebereich des Balancierdorns zugelassen werden. Auf diese Weise können Schäden am Hohlkörper und am Balancierdorn, wie sie bisher durch das Aufpressen vor und das Lösen nach dem Balanciergebiet entstanden sind, vermieden werden. Gerade weil die Verbindung beider Bauteile nicht mehr durch Aufpressen erfolgt, sondern bereits durch das Aufstecken des Hohlkörpers auf den Balancierdorn realisiert wird, lässt sie sich relativ schnell herstellen und auch schnell wieder lösen. Damit verringert sich die Verfahrensdauer deutlich, was zu einer Senkung der Verfahrenskosten

führt. Zudem erfordern die Passungen der zum Auswuchten verwendeten Balancierdorne keine besonders hohe Präzision, so dass auch wesentlich billigere Balancierdorne eingesetzt werden können.

Weitere Vorteile der Erfindung liegen im Wegfall der bisher üblichen festen Verbindung von Hohlkörper und Balancierdorn, so dass zwischen dem Aufnahmebereich des Balancierdorns und der zentralen Bohrung des Hohlkörpers eine Spielpassung möglich ist. Damit wird nunmehr nur noch der auf seine Unwucht zu untersuchende Hohlkörper selbst und zwar mittels des an seinem Umfang angreifenden Antriebs in Rotation versetzt. Auf diese Weise entfallen negative Einflüsse des Balancierdorns auf das Balancierresultat. Dieser dient lediglich der Aufnahme und der Führung des Hohlkörpers in der Balanciermaschine.

Die Schrägstellung des den Hohlkörper tragenden Balancierdorns hat automatisch eine axiale Kraftkomponente zur Folge. Diese Kraftkomponente wird weitgehend ohne Reibungseinfluss auf die Messqualität aufgefangen und zur eindeutigen Positionierung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn genutzt. Dazu dient der zwischen dem Schaft und dem Aufnahmebereich des Balancierdorns angeordnete Axialanschlag, welcher gut gleitend oder rollend ausgebildet ist. Zum axialen Positionieren des Hohlkörpers reicht bereits ein relativ kleiner Anstellwinkel des Balancierdorns aus.

Um die Schrägstellung der Längsachse des Balancierdorns zu realisieren ist es besonders zweckmässig, wenn entweder die Trageinrichtung gegenüber der Balanciermaschine, die Spannvorrichtung gegenüber der Trageinrichtung oder der den Hohlkörper tragende Aufnahmebereich des Balancierdorns gegenüber seinem Schaft schräg nach oben angestellt ausgebildet ist.

Auf dem Aufnahmebereich des Balancierdorns ist eine Schicht mit guten Gleiteigenschaften angeordnet, was seine Standzeit weiter erhöht.

Erfindungsgemäss wird die eingangs genannte Aufgabe ferner bei einer Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 4 durch die in seinem kennzeichnenden Teil angegebenen Merkmale gelöst. Alternativ zur abgeflachten Ausbildung werden mit der gleichen Funktion am Aufnahmebereich des Balancierdorns, oberhalb seiner Längsachse, zumindest vier Rollkörper angeordnet. Sie bilden die Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers in der Spielpassung. Diese Lösung ist besonders für grosse Balancierdorne, d. h. zum Balancieren von grossen, schweren Hohlkörpern und für Hohlkörper mit abgesetzten Bohrungen geeignet.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung sind, soweit die Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers als Führungs- und Abstützpunkte ausgebildet sind, unterhalb der Längsachse des Balancierdorns und symmetrisch zur horizontalen Ebene durch die Längsachse zumindest vier weitere Führungs- und Abstützpunkte angeordnet. Dazu ist der Balancierdorn beidseitig abgeflacht. Bei einem solchen Balancierdorn entsteht der zusätzliche Vorteil, dass dieser nach Abnutzung der ersten Führungs- und Abstützpunkte um 180° gedreht und seine Einsatzdauer durch die Verwendung der bis dahin unbenutzten, gegenüberliegenden Führungs- und Abstützpunkte verdoppelt werden kann.

Die Rotation des Hohlkörpers erfolgt durch Zusechaltung eines auf seinem Umfang angreifenden Tangentialbandantriebes. Ein solcher Antrieb führt zu einer geringeren Lagerbelastung, so dass infolge niedriger Reibung der Verschleiss an Werkzeug und Werkstück unerheblich ist. Ausserdem sind damit äusserst kurze Rüstzeiten verbunden.

Zum Auswuchten von Hohlkörpern mit einer durchgehenden zylindrischen Bohrung finden Balancierdorne Ver-

wendung, bei denen alle Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers den gleichen Abstand zur Längsachse besitzen. Sollen jedoch Hohlkörper mit abgesetzten Bohrungen, d. h. mit Bohrungen unterschiedlichen Durchmessers bearbeitet werden, besitzen die vorderen Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers einen entsprechend anderen Abstand zur Längsachse als die hinteren.

In der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Balanciervorrichtung mit Balancierdorn dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 Seitenansicht einer Balanciermaschine mit zwei miteinander verbundenen Messebenen und einer Auswerteeinheit, einen Hohlkörper tragend;

Fig. 2 Vorderansicht entsprechend Fig. 1;

Fig. 3 Längsschnitt eines Balancierdorns, vergrössert;

Fig. 4 Längsschnitt durch einen weiteren Balancierdorn;

Fig. 5 Schnitt V-V durch einen im Aufnahmebereich sowohl ober- als auch unterhalb seiner Längsachse abgeflachten Balancierdorn, entsprechend Fig. 3;

Fig. 6 Darstellung eines Balancierdorns entsprechend Fig. 5, jedoch mit oberhalb seiner Längsachse angeordneten Rollkörpern.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

Die Balanciervorrichtung besteht aus einer Balanciermaschine 1 mit zwei über eine Trageinrichtung 2 verbundenen Messebenen 3 und einer Auswerteeinheit 4 (Fig. 1).

Auf der Trageinrichtung 2 ist als Aufnahmeeinrichtung eine Spannvorrichtung 5 für einen den Hohlkörper 6 in seiner zentralen Bohrung 7 tragenden Balancierdorn 8 befestigt. Die Balanciermaschine 1 weist einen mit einem Motor 9 verbundenen, am Umfang des Hohlkörpers 6 angreifenden und als Tangentialbandantrieb 10 ausgebildeten Antrieb für die Rotationsbewegung des Hohlkörpers 6 auf (Fig. 2). Der Antrieb kann auch als ein nicht dargestellter, den Umfang des Hohlkörpers 6 umschlingender Riemen ausgebildet sein. Zudem kann er verstellbar sein und so verschiedenen grossen Hohlkörpern 6 leicht angepasst werden.

Die Spannvorrichtung 5 ist mittels eines Distanzkeils 11 gegenüber der Trageinrichtung 2 schräg nach oben angestellt. Der daraus resultierende Anstellwinkel 12 der Längsachse 13 des Balancierdorns 8 hat automatisch eine axiale Kraftkomponente zur Folge, welche zur eindeutigen Positionierung des Hohlkörpers 6 auf dem Balancierdorn 8 genutzt wird.

Der Balancierdorn 8 besteht aus einem Schaft 14 und einem den Hohlkörper 6 in seiner zentralen Bohrung 7 tragenden Aufnahmebereich 15 (Fig. 3). Dieser wird gegenüber dem Schaft 14 von einem axialen Anschlag 16 begrenzt, der gut gleitend oder rollend ausgebildet ist. Als Anschlag 16 kann ein an sich bekanntes, hier nicht dargestelltes statisches Auflager angeordnet sein.

Zwischen der zentralen Bohrung 7 des Hohlkörpers 6 und dem Aufnahmebereich 15 des Balancierdorns 8 besteht eine Spielpassung 17. Der Aufnahmebereich 15 ist zweiseitig, d. h. ober- und unterhalb der Längsachse 13 entsprechend der Bohrungsgeometrie der Hohlkörper 6 abgeflacht. Die seitlichen Kanten 18 der Abflachungen 19 sind abgerundet ausgebildet. Durch die beiden oberhalb der Längsachse 13 angeordneten Kanten 18 wird der Hohlkörper 6 in der Spielpassung 17 definiert abgestützt (Fig. 5).

Dazu sind auf den Kanten 18, sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte des Aufnahmebereiches 15, jeweils zwei Führungs- und Abstützpunkte 20, 21 und 20', 21' für den Hohlkörper 6 paarweise angeordnet (Fig. 3, Fig. 5). Jedes Paar der Führungs- und Abstützpunkte 20, 21 bzw. 20', 21' liegt in einer rechtwinklig zur Längsachse 13 des Balancierdorns 8 verlaufenden Ebene. Die Kanten 18 und

damit natürlich auch die Führungs- und Abstützpunkte 20, 21 bzw. 20', 21' eines jeden Paares sind symmetrisch zur vertikalen Ebene durch die Längsachse 13 angeordnet. Unterhalb seiner Längsachse 13 ist der Aufnahmebereich 15 analog ausgebildet, d. h. mit weiteren Führungs- und Abstützpunkten 22, 23 sowie 22', 23' versehen. Diese sind symmetrisch zu den ersten vier Führungs- und Abstützpunkten 20, 21, 20', 21' angeordnet.

Vorteilhaft bei einem solchen Balancierdorn 8 ist, dass er nach Abnutzung seiner Führungs- und Abstützpunkte 20, 21 bzw. 20', 21' um 180° gedreht und seine Einsatzdauer durch die Verwendung der bis dahin unbenutzten, gegenüberliegenden Führungs- und Abstützpunkte 22, 23 und 22', 23' verdoppelt werden kann (Fig. 5).

Beim Auswuchten von Hohlkörpern 6 mit einer durchgehenden zylindrischen Bohrung 7 finden Balancierdorne 8 Verwendung, deren Führungs- und Abstützpunkte 20, 21, 20', 21' den gleichen Abstand zur Längsachse 13 besitzen (Fig. 3). Sollen jedoch Hohlkörper 6 mit abgesetzten Bohrungen 7, d. h. mit zumindest zwei verschiedenen Innendurchmessern bearbeitet werden, kommen Balancierdorne 8 zum Einsatz, deren vordere Führungs- und Abstützpunkte 20, 21 einen entsprechend anderen Abstand zur Längsachse 13 als die hinteren Führungs- und Abstützpunkte 20', 21' aufweisen (Fig. 4).

Am Umfang des Aufnahmebereichs 15 ist eine Schicht 24 mit guten Gleiteigenschaften, beispielsweise Kunststoff, Kohlenstoff oder Keramik, aufgebracht (Fig. 5).

In einer zweiten Ausführung der Erfindung sind am Aufnahmebereich 15 des Balancierdorns 8, oberhalb seiner Längsachse 13, jeweils vier als Rollen ausgebildete Rollkörper 25 in zwei parallel zur Längsachse 13 verlaufenden Ebenen angeordnet (Fig. 6). Die Rollkörper 25 stützen den Hohlkörper 6 definiert ab und bilden daher dessen Führungs- und Abstützpunkte 20, 21 bzw. 20', 21' in der Spielpassung 17. Anstelle von Rollen können auch Kugeln als Rollkörper 25 verwendet werden.

Unnötig ist insbesondere beim Auswuchten relativ grosser Hohlkörper 6 eine Massereduzierung zu erreichen, kann an allen nicht funktionswesentlichen Stellen des Balancierdorns 8 Material abgetragen werden. Dadurch wird, insbesondere bei relativ grossen Hohlkörpern 6, die Masse des Balancierdorns 8 verringert, was zu einer geringeren Belastung der Balanciermaschine 1 und damit zu einer verbesserten Qualität des Auswuchtens führt.

Zur Ermittlung der Unwucht eines Hohlkörpers 6 wird zunächst der Balancierdorn 8 einseitig und mit in Richtung seines freien Endes schräg nach oben angestellter Längsachse 13 in der Spannvorrichtung 5 der Balanciermaschine 1 fest eingespannt. Anschliessend wird der Hohlkörper 6 auf den Balancierdorn 8 lose aufgesteckt. Aufgrund des Anstellwinkels 12 der Längsachse 13 läuft der rotierende Hohlkörper 6 auf die tiefere Seite des Aufnahmebereichs 15. Dabei wird seine Massenkompone mit am axialen Anschlag 16 aufgefangen, so dass die seitlichen Reibungskräfte das Messresultat nicht verfälschen. Zur exakten Positionierung des Hohlkörpers 6 auf dem Balancierdorn 8 reicht bereits ein geringer Anstellwinkel 12 von ein bis zwei Grad aus. In Fig. 1 ist zur Verdeutlichung des Prinzips ein grösserer Anstellwinkel 12 dargestellt.

Der Hohlkörper 6 wird durch Zuschaltung des auf seinem Umfang angreifenden Tangentialbandantriebes 10 in Rotation versetzt. Entsprechend der Grösse des Hohlkörpers 6 ist der Tangentialbandantrieb 10 mit nicht gezeigten, voreingestellten Anschlägen versehen. Die Führungs- und Abstützpunkte 20, 21 sowie 20', 21' übertragen die pulsierenden Fickkräfte des rotierenden Hohlkörpers 6 über den Schaft 14, die Spannvorrichtung 5, die Trageinrichtung 2 auf die

Messebenen 3 und die dort angeordnete Kraftmessdose 26. Diese ist mit der Auswertereinheit der Balanciermaschine verbunden, welche die Unwuchtwerte des Hohlkörpers 6 ermittelt. Nach dem Ausbalancieren wird der Hohlkörper 6 vom Balancierdorn 8 abgezogen und durch einen weiteren, noch nicht ausgewuchten Hohlkörper 6 gleicher Abmessung ersetzt.

Bei unterschiedlicher Grösse des nächsten Hohlkörpers 6 wird ein entsprechend anderer Balancierdorn 8 auf die gleiche Weise eingespannt, der Antrieb mit entsprechend anderen Anschlägen versehen und der auszuwuchtende Hohlkörper 6 wiederum lose aufgesteckt. Nachdem die Auswertereinheit 4 über die geänderten Daten verfügt, kann der Balanciertvorgang erneut gestartet werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Balanciermaschine
- 2 Trageinrichtung
- 3 Messebene
- 4 Auswertereinheit
- 5 Spannvorrichtung
- 6 Hohlkörper
- 7 Bohrung
- 8 Balancierdorn
- 9 Motor
- 10 Tangentialbandantrieb
- 11 Distanzkeil
- 12 Anstellwinkel
- 13 Längsachse
- 14 Schaft
- 15 Aufnahmebereich
- 16 axialer Anschlag
- 17 Spielpassung
- 18 Kante
- 19 Abflachung
- 20 Führungs- und Abstützpunkt, oberer, vorn
- 21 Führungs- und Abstützpunkt, oberer, vorn
- 22 Führungs- und Abstützpunkt, unterer, vorn
- 23 Führungs- und Abstützpunkt, unterer, vorn
- 24 Schicht
- 25 Rollkörper
- 26 Kraftmessdose
- 20' Führungs- und Abstützpunkt, oberer, hinten
- 21' Führungs- und Abstützpunkt, oberer, hinten
- 22' Führungs- und Abstützpunkt, unterer, hinten
- 23' Führungs- und Abstützpunkt, unterer, hinten

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Auswuchten rotationssymmetrischer Hohlkörper, bestehend aus

- a) einer Balanciermaschine mit zwei über eine Trageinrichtung verbundenen Messebenen,
- b) einer auf der Trageinrichtung befestigten Aufnahmeeinrichtung für einen mit einem Schaft zur Aufnahme in der Balanciermaschine ausgestatteten Balancierdorn,
- c) den Balancierdorn mit einem den Hohlkörper in seiner zentralen Bohrung tragenden Aufnahmebereich, wobei der Balancierdorn mit seinem Schaft einseitig in der Aufnahmeeinrichtung festlegbar ist, einen axialen Anschlag zur Positionierung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn aufweist und wobei oberhalb der Längsachse des Balancierdorns, sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte des Aufnahmebereiches, zumindest jeweils ein Paar Mittel zur Führung und

Abstützung für den Hohlkörper angeordnet sind, jedes Paar dieser Mittel in einer rechtwinklig zur Längsachse verlaufenden Ebene liegt und die Mittel eines jeden Paares symmetrisch zu einer Ebene durch die Längsachse angeordnet sind, d) einer Auswerteeinheit, zur Ermittlung der Unwucht des Hohlkörpers sowie e) einem Antrieb für die Rotationsbewegung des Hohlkörpers, **dadurch gekennzeichnet, dass**

f) die Aufnahmeeinrichtung als Spannvorrichtung (5) ausgebildet ist, g) die Längsachse (13) des Balancierdorns (8) in Richtung seines freien, dem axialen Anschlag (16) gegenüberliegenden Endes schräg nach oben angestellt ist, h) der Aufnahmebereich (15) des Balancierdorns (8) oberhalb der Längsachse (13) entsprechend der Bohrungsgeometrie des Hohlkörpers (6) abgeflacht ist, die Paare der Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (6) als Führungs- und Abstützpunkte (20, 21, 20', 21') ausgebildet und auf den seitlichen Kanten (18) der Abflachung (19) angeordnet sind, i) die Ebene, zu der jedes Paar der Führungs- und Abstützpunkte (20, 21, 20', 21') symmetrisch angeordnet ist, die vertikale Ebene durch die Längsachse (13) des Balancierdorns (8) ist und j) der Antrieb am Umfang des Hohlkörpers (6) angreift.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die seitlichen Kanten (18) der Abflachung (19) abgerundet ausgebildet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Aufnahmebereich (15) des Balancierdorns (8) eine Schicht (24) mit guten Gleiteigenschaften aufgebracht ist.

4. Vorrichtung zum Auswuchten rotationssymmetrischer Hohlkörper, bestehend aus

a) einer Balanciermaschine mit zwei über eine Trageinrichtung verbundenen Messboenen, b) einer auf der Trageinrichtung befestigten Aufnahmeeinrichtung für einen mit einem Schaft zur Aufnahme in der Balanciermaschine ausgestatteten Balancierdorn, c) den Balancierdorn mit einem den Hohlkörper in seiner zentralen Bohrung tragenden Aufnahmebereich, wobei der Balancierdorn mit seinem Schaft einseitig in der Aufnahmeeinrichtung festlegbar ist, einen axialen Anschlag zur Positionierung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn aufweist und wobei oberhalb der Längsachse des Balancierdorns, sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte des Aufnahmebereiches, zumindest jeweils ein Paar Mittel zur Führung und Abstützung für den Hohlkörper angeordnet sind, jedes Paar dieser Mittel in einer rechtwinklig zur Längsachse verlaufenden Ebene liegt und die Mittel eines jeden Paares symmetrisch zu einer Ebene durch die Längsachse angeordnet sind, d) einer Auswerteeinheit, zur Ermittlung der Unwucht des Hohlkörpers sowie e) einem Antrieb für die Rotationsbewegung des Hohlkörpers, **dadurch gekennzeichnet, dass**

f) die Aufnahmeeinrichtung als Spannvorrichtung (5) ausgebildet ist, g) die Längsachse (13) des Balancierdorns (8) in

Richtung seines freien, dem axialen Anschlag (16) gegenüberliegenden Endes schräg nach oben angestellt ist, h) am Aufnahmebereich (15) des Balancierdorns (8), oberhalb seiner Längsachse (13), zumindest vier Rollkörper (25) angeordnet sind, welche die Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (6) bilden, i) die Ebene zu der die Mittel eines jeden Paares symmetrisch angeordnet sind, die vertikale Ebene durch die Längsachse (13) des Balancierdorns (8) ist, und j) der Antrieb am Umfang des Hohlkörpers (6) angreift.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass alle Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (6) den gleichen Abstand zur Längsachse (13) besitzen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die vorderen Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (6) einen anderen Abstand zur Längsachse (13) besitzen als die hinteren Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (6).

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass, soweit die Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (6) Führungs- und Abstützpunkte (20, 21, 20', 21') sind, unterhalb der Längsachse (13) des Balancierdorns (8) zumindest vier weitere Führungs- und Abstützpunkte (22, 23, 22', 23') symmetrisch zur horizontalen Ebene durch die Längsachse (13) angeordnet sind.

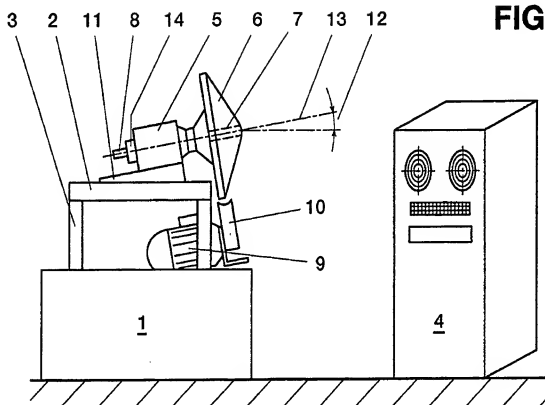
8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass entweder die Trageinrichtung (2) gegenüber der Balanciermaschine (1), die Spannvorrichtung (5) gegenüber der Trageinrichtung (2) oder der den Hohlkörper (6) tragende Aufnahmebereich (15) des Balancierdorns (8) gegenüber seinem Schaft (14) schräg nach oben angestellt ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Trageinrichtung (2) und der Spannvorrichtung (5) ein Distanzkeil (11) angeordnet ist.

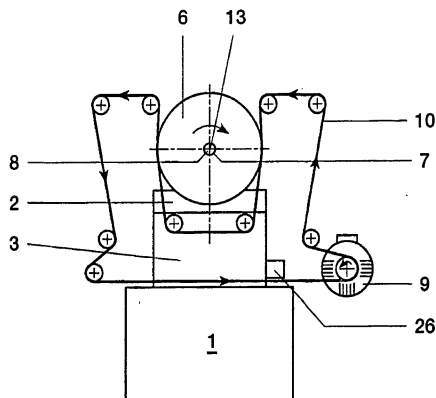
10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der axiale Anschlag (16) gut gleitend oder rollend ausgebildet ist und den Aufnahmebereich (15) gegenüber dem Schaft (14) des Balancierdorns (8) abgrenzt.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb als Tangentialbandantrieb (10) ausgebildet ist.

- Leerseite -

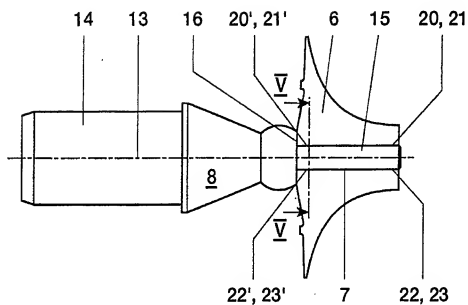


**FIG. 1**

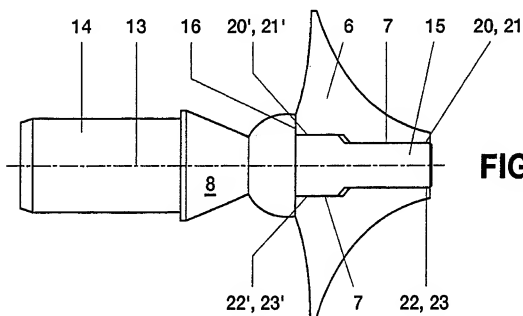


**FIG. 2**

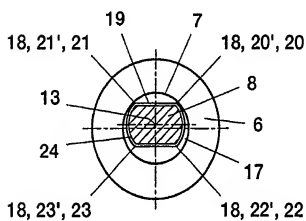




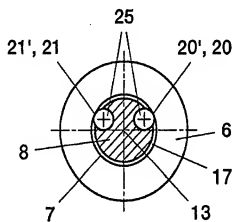
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**